

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Hideyuki MIYATA et al.

Serial No.: Unassigned

Filed: March 19, 1999

Group Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned



For: OPTICAL TRANSMISSION APPARATUS AND METHOD WHICH ADJUST RISE  
AND FALL TIME OF SIGNAL LIGHT TO BE TRANSMITTED

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231*

*Sir:*

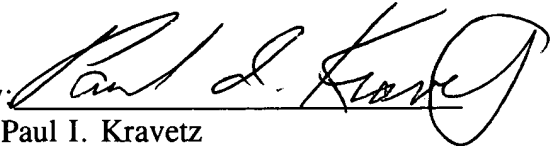
In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith  
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 10-071525  
Filed: March 20, 1998

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing  
date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements  
of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY

By: 

Paul I. Kravetz

Registration No. 35,230

STAAS & HALSEY, LLP  
700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

Date: March 19, 1999

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

518 U.S. PTO  
09/272404  
03/19/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 8 年 3 月 2 0 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 0 7 1 5 2 5 号

出 願 人

Applicant (s):

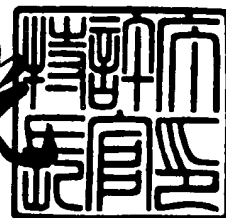
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1 9 9 8 年 5 月 1 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

荒井 寿光



【書類名】 特許願

【整理番号】 9707475

【提出日】 平成10年 3月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/18

【発明の名称】 光伝送装置

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 宮田 英之

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 中元 洋

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 尾中 寛

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078330

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 笹島 富二雄

    【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009232

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9719433

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信信号に従って変調された信号光を伝送路に送信する光送信手段を備えて構成された光伝送装置において、

前記光送信手段が、立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を変えた前記信号光を伝送路に送信するようにしたことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】 前記光送信手段が、前記信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を調整可能な波形調整部を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 3】 前記波形調整部が、前記光送信手段に伝送路を介して接続される光受信手段の受信特性に応じて、前記信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を調整することを特徴とする請求項 2 記載の光伝送装置。

【請求項 4】 前記光送信手段として、伝送速度の異なる光伝送装置に用いられる他の光送信手段を共用したことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 5】 前記光送信手段が、前記信号光に対して光位相変調及び光周波数変調のいずれかを行なう信号光変調部を含むことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の光伝送装置。

【請求項 6】 前記伝送路の波長分散特性を補償する分散補償手段を備えて構成されたことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の光伝送装置。

【請求項 7】 複数の波長の信号光が合波された波長多重信号光を伝送する光伝送装置であって、

前記各波長に対応して設けられ複数の前記光送信手段と、該各光送信手段から送信される各波長の信号光を合波する光合波手段と、を備えて構成されたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響を抑圧する光伝送装置に

関し、特に、送信する信号光の立ち上がり時間や立ち下がり時間を調整することによって伝送後の信号光の波形劣化を低減する光伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、マルチメディアネットワークの構築のために、さらなる超長距離・大容量の光通信システムが要求されている。大容量化を実現する方式として、例えば、電気領域での時分割 (Time-Division Multiplexing; TDM) 方式や、光領域での時分割多重 (Optical Time-Division Multiplexing; OTDM) 方式、波長多重 (Wavelength-Division Multiplexing; WDM) 方式等の研究が行なわれている。また、超長距離の伝送を実現するための技術として、伝送路の損失を補償する光ファイバ増幅器が各種開発され、これらはすでに実用化段階にある。

【0003】

上記の技術を用いた超長距離・大容量の光通信システムにおいて高速の伝送を行なう場合、信号光の変調によるスペクトルの広がりや光ファイバの非線形効果による位相チャープ等が、伝送路の波長分散特性と相互作用することで伝送信号の波形を歪ませて伝送特性を劣化させる。この伝送路の波長分散特性による影響は伝送速度及び伝送距離を制限する。したがって、伝送路の波長分散特性による影響を抑圧することは、超長距離・大容量の光通信システムを実現する上で重要になる。

【0004】

波長分散の影響を抑圧する従来の技術としては、例えば、特開平 2-30233 号公報、特開平 8-237222 号公報、特開平 9-116493 号公報及び特開平 5-183511 号公報等が知られている。これらの従来技術においては、伝送路における分散と逆符号の分散を発生する分散補償器をシステム内に設けて伝送路の波長分散特性を相殺する方法や、送信部において信号光に予めプリチャープをかける方法、上記分散補償器とプリチャープとの組合せで波長分散の影響を抑圧する方法などが提案されている。なお、プリチャープとは、ベースバンド信号に対して、光強度変調を行なう以外に、波長分散による波形の広がりを抑圧するための光位相変調または光周波数変調を意図的に施すことを意味する。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記のような従来の技術では、分散補償量やプリチャープ量は、伝送方式、伝送速度、伝送路の種類や距離等の様々なパラメータにより異なってくるため、各々の光通信システムに対してそれぞれ最適化する必要がある。各システムにおいて最適化された分散補償量やプリチャープ量は、そのシステムの導入時の値で固定されるため、これらの値を大きく変化させたり微調整することは困難である。

## 【0006】

また、プリチャープを行なう送信部は、プリチャープ量が違った異なる種類のシステム間では共用化が難しい。例えば、伝送速度が10Gb/sの光通信システムの送信部を伝送速度が2.5Gb/sの光通信システム等で共用しようとしても、多くの場合、適切なプリチャープ量が異なるため共用化することが不可能である。

このように、たとえ装置構成が類似する光通信システムであっても、それぞれのシステムに対応した装置を開発しなければならないため、開発品種が増大し高コストになるという問題が生じる。

## 【0007】

さらに、複数の波長の信号光を合波して伝送させる波長多重(WDM)伝送方式では、伝送路の分散スロープ等の影響によって、チャンネル間(各波長の信号光間)に伝送品質のバラツキが生じる。このバラツキを避けるためには、例えば、分散スロープの補償が可能な分散補償器を用いたり、各波長に対して分散補償量やプリチャープ量を個別に最適化する等の必要がある。しかし、このような分散補償器は高価であり、また、各波長毎に最適化を行なうと部品点数が増大するため、光通信システムのコストが高くなるという問題がある。

## 【0008】

本発明は上記問題点に着目してなされたもので、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響を抑圧するために、送信信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を変えることで各種の光通信システムに柔軟に対応できる光伝送装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

このため本発明の光伝送装置は、送信信号に従って変調された信号光を伝送路に送信する光送信手段を備えて構成された光伝送装置において、前記光送信手段が、立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を変えた前記信号光を伝送路に送信するようにしたものである。

## 【0010】

かかる構成によれば、送信信号に従って変調され、その立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方が変えられた信号光が、光送信手段から伝送路に送信されるようになる。送信信号光の立ち上がり時間または立ち下がり時間、あるいはその両方を変えることによって、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響が相殺されるような波形の信号光を送信できるため、伝送後の信号光の波形劣化が低減されるようになる。

## 【0011】

前記光送信手段の1つの態様としては、前記信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を調整可能な波形調整部を含むようにしてもよい。これによれば、波形調整部において、信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方が調整された後に、光送信手段から伝送路に送信されるようになる。

## 【0012】

さらに、前記波形調整部の具体的な構成として、前記光送信手段に伝送路を介して接続される光受信手段の受信特性に応じて、前記信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間の少なくとも一方を調整するようにしてもよい。このようにすることで、立ち上がり時間または立ち下がり時間が光受信手段の受信特性に合わせて最適化された信号光が、光送信手段から伝送路に送信されるようになる。

## 【0013】

前記光送信手段の他の態様としては、伝送速度の異なる光伝送装置に用いられる他の光送信手段を共用することもできる。これにより、伝送速度の異なる光伝送装置間で、共通の光送信手段を使用することができるようになる。



また、上記光伝送装置について、前記光送信手段が、前記信号光に対して光位相変調及び光周波数変調のいずれかを行なう信号光変調部を含むようにしてもよい。これにより、光送信手段から伝送路に送信される信号光にプリチャージが行われるようになり、伝送後の信号光の波形劣化がより低減されるようになる。

#### 【0014】

さらに、上記光伝送装置は、前記伝送路の波長分散特性を補償する分散補償手段を備えて構成されてもよい。この構成によれば、光送信手段から送信される信号光が分散補償手段を通ることにより、伝送路における波長分散が補償され、伝送後の信号光の波形劣化が一層低減されるようになる。

また、複数の波長の信号光が合波された波長多重信号光を伝送する光伝送装置であって、前記各波長に対応して設けられ複数の前記光送信手段と、該各光送信手段から送信される各波長の信号光を合波する光合波手段と、を備えて構成されるようにしてもよい。かかる構成によれば、WDM方式の光伝送装置についても、各波長毎に、送信信号光の立ち上がり時間や立ち下がり時間を調整することで、伝送後の各波長の信号光の波形劣化が低減されるようになる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、第1の実施形態の光伝送装置を用いた光通信システムの構成を示すブロック図である。

図1において、本システムは、例えば、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が調整された信号光を生成して伝送系2に送信する光送信手段としての送信部1と、送信部1から伝送系2を介して伝送された信号光を受信して処理する光受信手段としての受信部3と、備えて構成される。伝送系2及び受信部3は、従来システムに用いられるものと同様であり、本実施形態の特徴部分は送信部1にある。

#### 【0016】

送信部1は、例えば、波長 $\lambda$ の連続光を発生する一般的な光通信用の光源(LD)11と、送信信号に従った電気の変調信号を発生する変調信号発生器12と、変調信号発生器12からの変調信号の立ち上がり時間(以下、 $t_r$ とする)及

び立ち下がり時間（以下、 $t_f$  とする）を調整する波形調整部としての  $t_r$   $t_f$  調整回路 13 と、 $t_r$   $t_f$  調整回路 13 で調整された変調信号に従って光源 11 からの光を変調する光変調器（Mod）14 と、から構成される。

## 【0017】

変調信号発生器 12 は、送信すべきデータ（送信信号）を所定の伝送速度及び符号形式で表した変調信号を発生する。

$t_r$   $t_f$  調整回路 13 は、例えば、適宜な帯域を有する電気フィルタ等に変調信号発生器 12 からの変調信号を通すことで、変調信号の立ち上がり及び立ち下がり部分の波形を変化させる。ここでは、電気フィルタの帯域を可変にして、後述するように受信部 3 の受信特性等に応じて変調信号の  $t_r$ 、 $t_f$  を最適化するものとする。このような変調信号が光変調器 14 に送られることで、 $t_r$ 、 $t_f$  の調整された信号光が生成される。

## 【0018】

なお、信号光の  $t_r$ 、 $t_f$  を調整するには、上記のように電気フィルタ等で変調信号の立ち上がり及び立ち下がり部分の波形を変化させる方法以外にも、例えば、変調信号の振幅を変化させる方法がある。この方法は、変調信号の振幅を変化させることで、光変調器 14 の変調動作が変化して出力される信号光の  $t_r$ 、 $t_f$  が変わることを利用したものである。また、この他にも、光領域においては、例えば、光フィルタや波長分散デバイス等を用いる方法などもある。

## 【0019】

光変調器 14 は、例えば、ニオブ酸リチウム（ $\text{LiNbO}_3$ ）を用いたマッハツェンダ干渉計型の光強度変調器等を使用する。この光変調器 14 の電極に  $t_r$   $t_f$  調整回路 13 から出力される変調信号を印加することで、電気光学効果により光導波路の屈折率が変化して光源 11 からの光が強度変調され、変調信号に応じた  $t_r$ 、 $t_f$  を有する信号光が発生する。なお、光変調器 14 では、図示しないが従来と同様に、信号光に対して光位相変調または光周波数変調を行なうことでプリチャープが施されるものとする。したがって、光変調器 14 は信号光変調部としての機能も有する。

## 【0020】

伝送系2は、例えば、波長 $1.3\ \mu\text{m}$ 付近で零分散となる単一モード光ファイバ(SMF)21及び光増幅器22を順次接続して構成される。ここでは、伝送系2の全長(伝送距離)を $L$ とし、中継区間の数(SMFの数)を $N$ とし、中継区間の距離(各SMFの長さ)を $l$ とする。なお、伝送路としては、SMF12の他にも、例えば、分散シフトファイバ(DSF)や分散補償ファイバ(DCF)等を使用してもよい。

## 【0021】

このような構成のシステムでは、送信部1の光源11から出射された光が光変調器14に送られる。光変調器14には、 $t_r$ 、 $t_f$ 調整回路13で立ち上がり及び立ち下がり部分の波形が整形された変調信号が印加されており、その変調信号に従って光源11からの光が強度変調されるとともに、プリチャープも施される。そして、光変調器14から出力された信号光は、伝送系2の各SMF21及び光増幅器22を順次通過して受信部3に伝送される。信号光が伝送系2を伝送されることで、各SMF21の波長分散特性や非線形効果の影響を信号光が受けることになる。

## 【0022】

しかしながら、送信部1から受信部3に伝送される信号光は、プリチャープが施され、かつ、 $t_r$ 、 $t_f$ が最適化されているので、伝送系2の波長分散特性等の影響を受けても、その影響が相殺されて波形の劣化が抑制される。このような波形劣化の少ない信号光が受信部3で受信されることで、受信部3の受信感度が向上するようになる。

## 【0023】

ここで、送信信号光の $t_r$ 、 $t_f$ の最適化による波形劣化の改善効果について、次の波形シミュレーションの結果を用いて説明する。ただし、ここでのシミュレーションモデルは、例えば、伝送速度を $2.5\text{Gb/s}$ とし、伝送距離 $L$ を $640\text{km}$ (中継区間数 $N=8$ 、中継区間距離 $l=80\text{km}$ )として、1波長の信号光の伝送を想定した。また、プリチャープの値を示す $\alpha$ パラメータを $+1$ とし、各SMF21の分散値を $+16.7\text{ps/nm/km}$ とし、さらに、分散補償器は使用しないものとして計算を行なった。

## 【0024】

図2は、 $t_r$ 、 $t_f$ を変化させたときの送信部1から出力される信号光の波形（アイパターン）の一例である。

図2において、(a)～(e)の各波形は、 $t_r$ 、 $t_f$ をaからeに順に早くしていった（ $a > b > c > d > e$ ）ときの各信号光のアイパターンを示す。図のように、 $t_r$ 、 $t_f$ が早くなるのに従って信号光の立ち上がり、立ち下がりが急峻になっていく様子がわかる。なお、従来の2.5Gb/s 伝送で用いられてきた信号光の波形は、図2(b)の波形に近いものである。

## 【0025】

図3、4は、図2(a)～(e)の各信号光を伝送系2を介して受信部3まで伝送したときの受信信号光の波形（アイパターン）である。ただし、図3には、各中継区間のSMF21への入力信号光パワー $P_{in}$ を0dBmとした場合の波形が示してあり、図4には、入力信号光パワー $P_{in}$ を+5dBmとした場合の波形が示してある。

## 【0026】

図において、伝送路の波長分散特性によるパルス波形の劣化は、パルス圧縮またはパルス広がりにより、アイパターンの開口部分が狭く（アイ開口度が小さく）なることで表される。パルス波形劣化を抑圧するためには、送信信号光のパルス波形の $t_r$ 、 $t_f$ を劣化方向とは逆に予め設定すればよい。即ち、パルス圧縮により波形劣化が生じる場合には、 $t_r$ 、 $t_f$ を遅く設定し、パルス広がりにより波形劣化が生じる場合には、 $t_r$ 、 $t_f$ を早く設定する。

## 【0027】

ここでは、 $\alpha$ パラメータが正の場合、信号光が正分散の伝送路を伝搬するとパルス広がりが生じる。したがって、 $t_r$ 、 $t_f$ を早くすることにより、パルス広がりを抑圧して波形劣化を低減させる。

なお、各光ファイバ21への入力信号光パワー $P_{in}$ が大きくなって、伝送路の非線形効果である自己位相変調（SPM; Self Phase Modulation）が生じた場合、正分散の伝送路ではパルス圧縮が生じる。したがって、入力信号光パワー $P_{in}$ が小さいときの効果と大きいときの効果とは、伝送パルスに対して逆の作用となる

。図3(a)～(e)の各波形と図4(a)～(e)の各波形とを比較すると、入力信号光パワー $P_{in}$ を大きくした図4(a)～(e)の各波形の方がSPMの効果でパルスが圧縮され、 $t_r$ 、 $t_f$ が早くなっていることがわかる。

#### 【0028】

このように、送信部1において信号光の $t_r$ 、 $t_f$ を調整することで、受信信号光の波形劣化を低減することができるが、その $t_r$ 、 $t_f$ の値は、受信部3の受信特性及び伝送路への入力信号光パワーとの関係を考慮して設定する必要がある。

図5(a)～(d)には、 $t_r$ 、 $t_f$ をb～eに設定して伝送路への入力信号光パワー $P_{in}$ を変化させたときの、振幅劣化及び位相マージンの変化をそれぞれ示す。ただし、図では、振幅劣化を丸印（左縦軸）、位相マージンを三角印（右縦軸）で表してある。振幅劣化の値はより小さい方が望ましく、位相マージンの値はより大きい方が望ましいと言える。

#### 【0029】

図5(a)～(d)に示すように、 $t_r$ 、 $t_f$ を早くすると、位相マージンは小さくなるものの、振幅劣化は大きく改善されることがわかる。上述したように、 $t_r$ 、 $t_f$ の設定は、受信部3の受信特性を考慮した上で入力信号光のダイナミックレンジがより広くなるように設定する必要がある。例えば、受信部3の受信特性として、振幅劣化が20%以下、位相マージンが60%以上を要する場合を考えると、 $t_r$ 、 $t_f$ をdやeのようにより早く設定すれば、より広いダイナミックレンジが確保されるようになる。

#### 【0030】

上記のようにして、従来の2.5Gb/s 光通信システムについて送信信号光の $t_r$ 、 $t_f$ を最適化した一例を図6に示す。

図6(a)は、 $t_r$ 、 $t_f$ を最適化する前の従来の送信信号光の波形であり、この信号光の $t_r$ 、 $t_f$ はおおよそ70ps程度である。ただし、 $t_r$ 、 $t_f$ の値は、信号光の振幅の20～80%での範囲の立ち上がり、立ち下がり時間とする。図6(b)は、 $t_r$ 、 $t_f$ を最適化した後の送信信号光の波形であり、 $t_r$ 、 $t_f$ はおおよそ30ps程度に設定してある。このような波形の信号光を用いて2.5Gb/sの伝送を行

なうことで、良好な伝送特性を得ることができる。

【0031】

なお、図6(b)に示した $t_r$ 、 $t_f$ が30ps程度の信号光は、従来の10Gb/s光通信システムで使用される送信部をそのまま2.5Gb/s用として使用することでも得られる。即ち、従来の10Gb/s光通信システムの送信部は、図7に示すような、 $t_r$ 、 $t_f$ が30ps程度の信号光を出力するように設計されている（ただし、 $t_r$ 、 $t_f$ を調整するような機能はない）。したがって、10Gb/s用の送信部を2.5Gb/s信号で駆動させれば、図6(b)と同様の波形の2.5Gb/s用の信号光が得られることになる。

【0032】

このことは、2.5Gb/s用の送信部と10Gb/s用の送信部との共用化が可能であることを示している。即ち、 $t_r$ 、 $t_f$ を変えた信号光を伝送路に送信するという技術思想を2.5Gb/s用光通信システムに適用して、 $t_r$ 、 $t_f$ を早くするようにしたことで、10Gb/s用の送信部が共用できるようになったのである。

このように第1の実施形態によれば、従来のプリチャープ技術に加えて、 $t_r$ 、 $t_f$ を最適化した信号光を送信部1から伝送系2を介して受信部3に伝送するようにしたことで、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響による波形劣化をより効果的に低減できるとともに、伝送路に入力される信号光のダイナミックレンジを広くすることができる。これにより、優れた伝送特性を備えた光伝送装置の提供が可能になる。さらに、送信部1における $t_r$ 、 $t_f$ の設定は変更等が容易であるため、多様な光通信システムに柔軟に対応することが可能である。これにより、開発品種の削減及び低コスト化を図ることができる。加えて、送信信号光の $t_r$ 、 $t_f$ の最適化による波形調整効果を利用することで、異なる光通信システムの送信部を共用できるようになるため、一層の少品種化及び低価格化が可能である。

【0033】

なお、上記第1の実施形態では、例えば、分散補償器等の分散補償手段を設けない構成について説明した。これは、伝送速度や伝送距離、中継区間数等によっては分散補償器を設けなくても信号光の伝送が可能な場合があり、そのような場

合に対応したものである。したがって、本発明は適宜に分散補償器等の分散補償手段を設けて、分散補償、プリチャープ及び $t_r$ 、 $t_f$ の調整を行なって波形劣化を防ぐようにしてもよい。もちろん、プリチャープを行なわない構成としても構わない。また、本発明は、波形シミュレーションで取り上げたシステムに限定されるものではなく、任意の光通信システムに応用可能である。さらに、 $t_r$ 、 $t_f$ の両方を調整する構成としたが、 $t_r$ または $t_f$ のいずれかを調整するだけであっても構わない。

## 【0034】

次に、第2の実施形態について説明する。

第2の実施形態では、波長多重信号光を伝送するWDM光通信システムに本発明の光伝送装置を適用した場合について説明する。

図8は、第2の実施形態のシステム構成を示すブロック図である。ただし、第1の実施形態の構成と同一の部分には同じ符号が付してある。

## 【0035】

図8において、本システムは、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の各信号光をそれぞれ出力する $n$ 個の送信部 $1_1 \sim 1_n$ と、各送信部 $1_1 \sim 1_n$ から出力された信号光を合波して1つの波長多重信号光を伝送系2に出力する光合波手段としての合波器4と、伝送系2を伝送された波長多重信号光を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の各信号光に分波して出力する分波器5と、分波器5からの各信号光をそれぞれ受信して処理する $n$ 個の受信部 $3_1 \sim 3_n$ と、から構成される。各送信部 $1_1 \sim 1_n$ 及び各受信部 $3_1 \sim 3_n$ の構成は、第1の実施形態の送信部1及び受信部3の構成と同一である。

## 【0036】

かかる構成のシステムでは、各送信部 $1_1 \sim 1_n$ において、第1の実施形態の場合と同様にして、プリチャープ及び $t_r$ 、 $t_f$ の最適化が行われた信号光が合波器4に出力される。合波器4では、各送信部 $1_1 \sim 1_n$ から出力された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の信号光が1つの波長多重信号光に多重化されて伝送系2に送信される。伝送系2では、合波器4からの波長多重信号光が各光増幅器22で一括して増幅されながら分波器5まで伝送される。波長多重信号光が伝送系2を伝送されることで、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響を各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の信号光

が受けることになる。しかしながら、伝送系 2 を伝送される各信号光は、プリチャープ及び  $t_r$ 、 $t_f$  の最適化が行なわれているため、伝送系 2 の波長分散特性等の影響を受けても、その影響が相殺されて波形の劣化が低減される。

#### 【0037】

分波器 5 まで到達した波長多重信号光は、分波器 5 で波長  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  毎に分波され、各波長に対応した受信部  $3_1 \sim 3_n$  に送られる。各受信部  $3_1 \sim 3_n$  では、分波器 5 からの信号光の受信処理が行われる。

このように第 2 の実施形態によれば、波長多重信号光を伝送する WDM 光通信システムにおいても、各波長  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  の送信信号光について  $t_r$ 、 $t_f$  を最適化することによって、第 1 の実施形態の場合と同様の効果を得ることが可能である。

#### 【0038】

なお、上記第 2 の実施形態でも、分散補償器等の分散補償手段を設けない構成について説明したが、これに限らず適宜に分散補償器等を設けて、分散補償、プリチャープ及び  $t_r$ 、 $t_f$  の調整を行なって波形劣化を防ぐようにしてもよい。もちろん、プリチャープを行なわない構成としても構わない。また、 $t_r$ 、 $t_f$  の両方を調整する構成としたが、 $t_r$  または  $t_f$  のいずれかを調整するだけでもよい。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、光送信手段で信号光の  $t_r$ 、 $t_f$  を変えるようにしたことによって、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響が相殺される波形の信号光が伝送路に送信されるため、伝送後の信号光の波形劣化を低減できるようになる。この効果は波長多重信号光を伝送する場合にも同様である。

#### 【0040】

また、波形調整部を設けたことにより、信号光の  $t_r$ 、 $t_f$  の設定を容易に変更できるため、多様な光通信システムに柔軟に対応することが可能である。これにより、開発品種の削減及び低コスト化を図ることができる。さらに、光受信手段の受信特性に応じて  $t_r$ 、 $t_f$  を最適化することで、伝送特性に優れ、入力ダ



イナミックレンジの広い光伝送装置が提供できる。

【0041】

また、送信信号光の  $t_r$ 、 $t_f$  を変えることによる波形調整効果を利用することで、伝送速度の異なる光伝送装置に用いられる光送信手段を共用できるようになるため、一層の少品種化及び低価格化が可能である。

さらに、上記光伝送装置について、信号光変調部や分散補償手段を設けたことによって、光送信手段から送信される信号光にプリチャープが行われるようになり、伝送路における波長分散が補償されるようになるため、上記  $t_r$ 、 $t_f$  の調整による効果にプリチャープや分散補償による効果が加わり、伝送後の信号光の波形劣化をより低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のシステム構成を示すブロック図である。

【図2】同上第1の実施形態について行なった波形シミュレーションにおける送信信号光の波形を示す図である。

【図3】同上第1の実施形態について行なった波形シミュレーションにおいて、伝送路への入力信号光パワーを0 dBm としたときの受信信号光の波形を示す図である。

【図4】同上第1の実施形態について行なった波形シミュレーションにおいて、伝送路への入力信号光パワーを5 dBm としたときの受信信号光の波形を示す図である。

【図5】同上第1の実施形態について行なった波形シミュレーションにおいて、入力信号光パワーを変化させたときの振幅劣化及び位相マージンの変化を示す図である。

【図6】同上第1の実施形態について、 $t_r$ 、 $t_f$  を最適化した送信信号光の波形の一例を示す図である。

【図7】従来の10Gb/s光通信システムで用いられる送信部から出力される信号光の波形を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態のシステム構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1,  $1_1 \sim 1_n$  …送信部

1 1 …光源 (LD)

1 2 …変調信号発生器

1 3 … $t_r$   $t_f$  調整回路

1 4 …光変調器 (Mod)

2 …伝送系

2 1 …単一モード光ファイバ (SMF)

2 2 …光増幅器

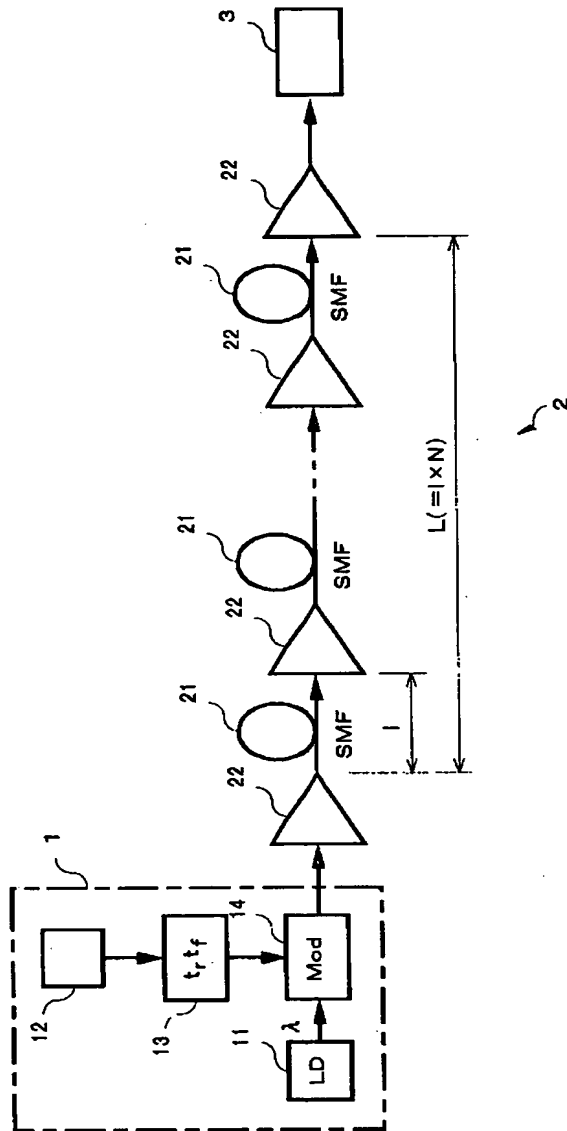
3,  $3_1 \sim 3_n$  …受信部

4 …合波器

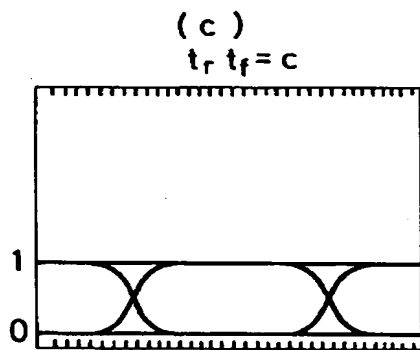
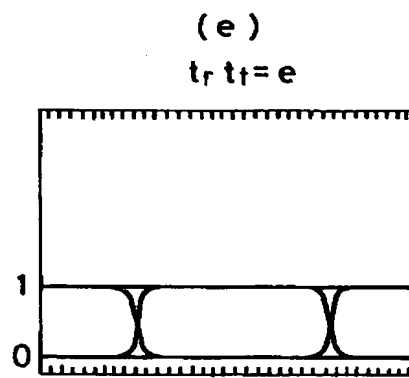
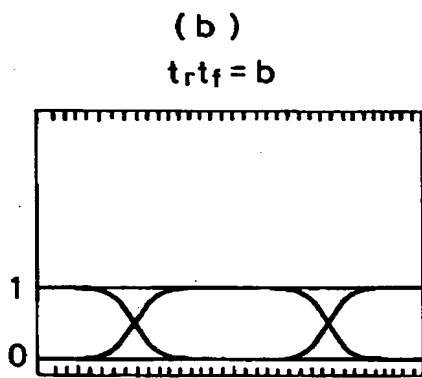
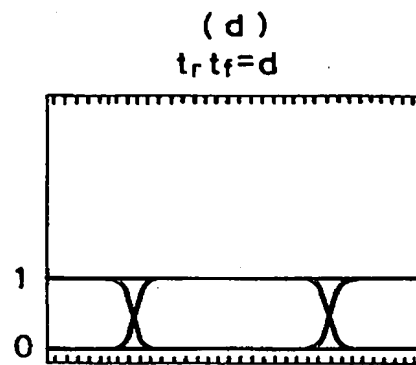
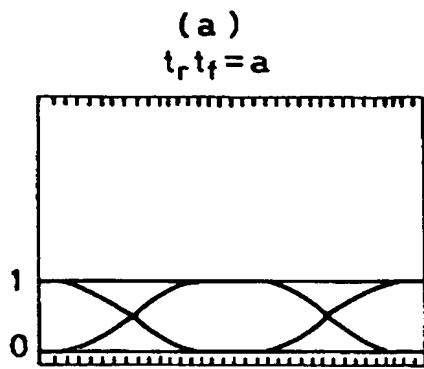
5 …分波器

【書類名】 図面

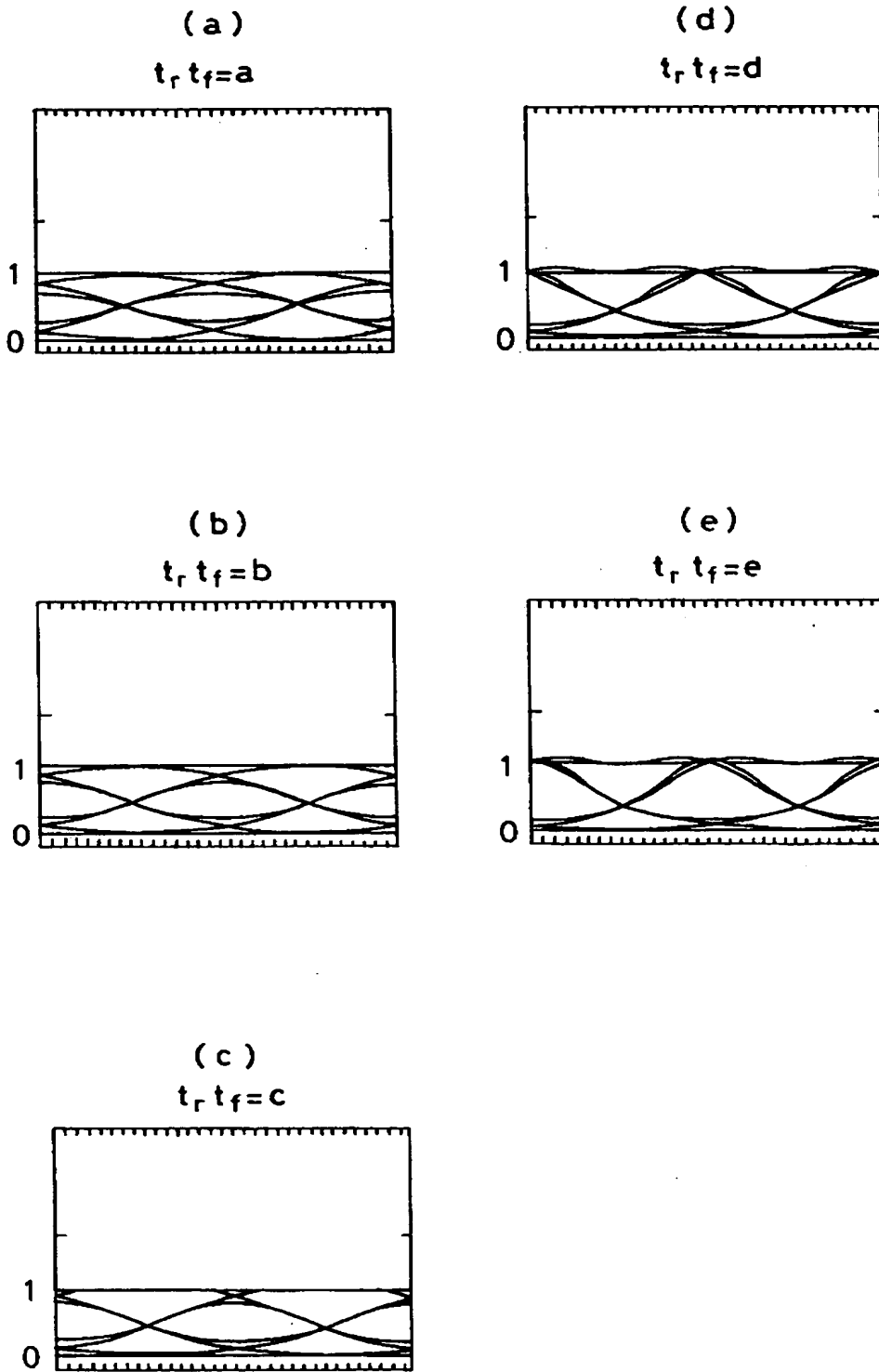
【図 1】



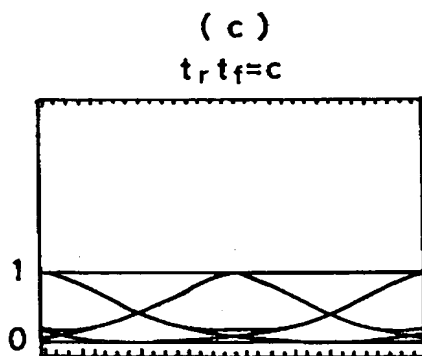
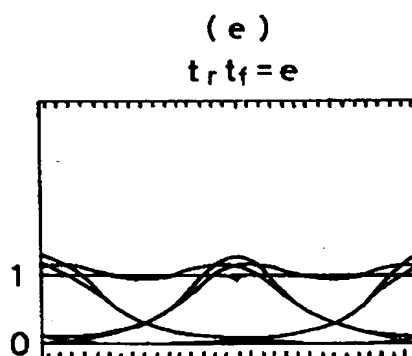
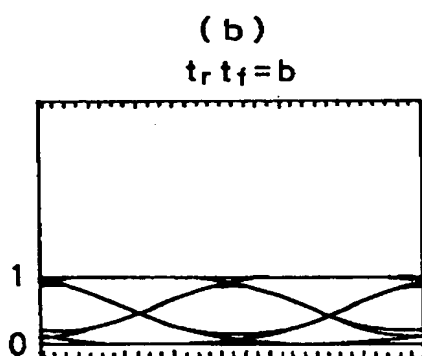
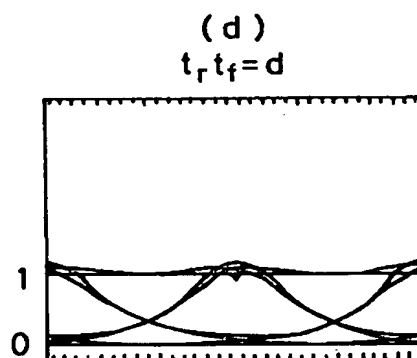
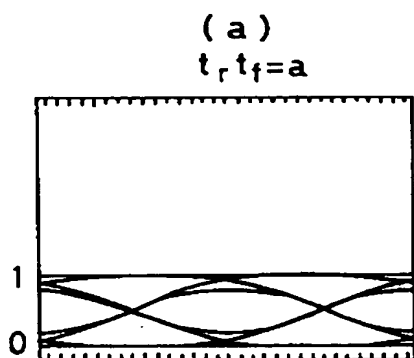
【図2】



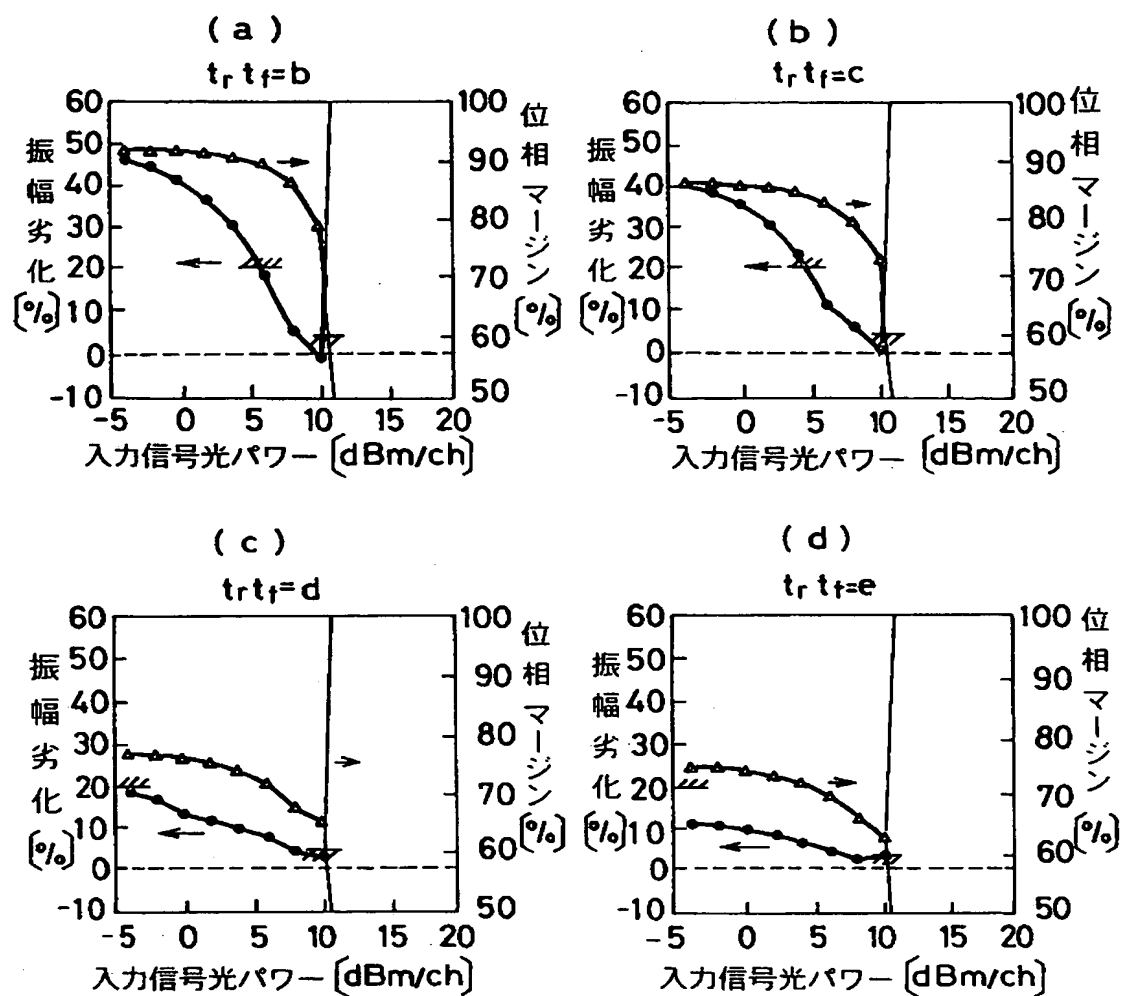
【図 3】



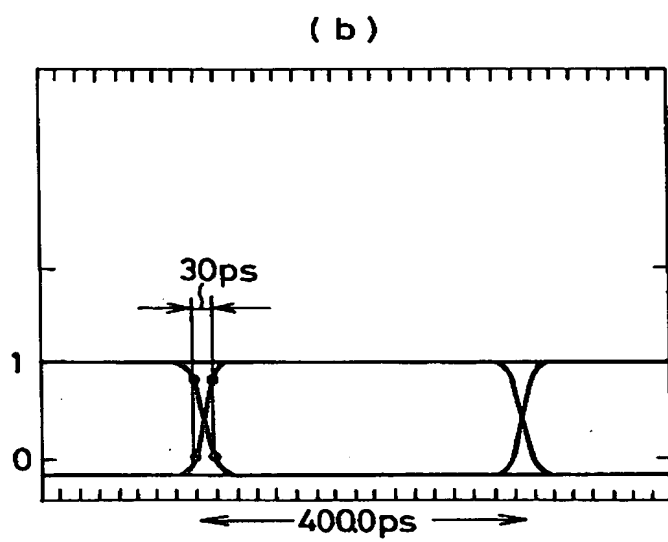
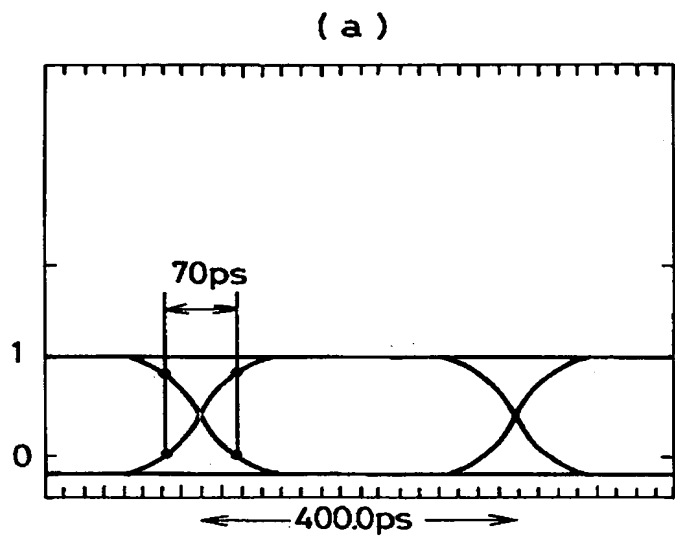
【图4】



【図 5】

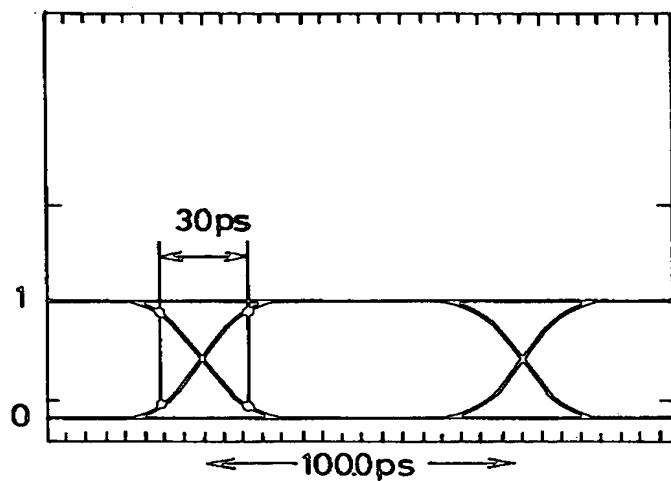


【図6】

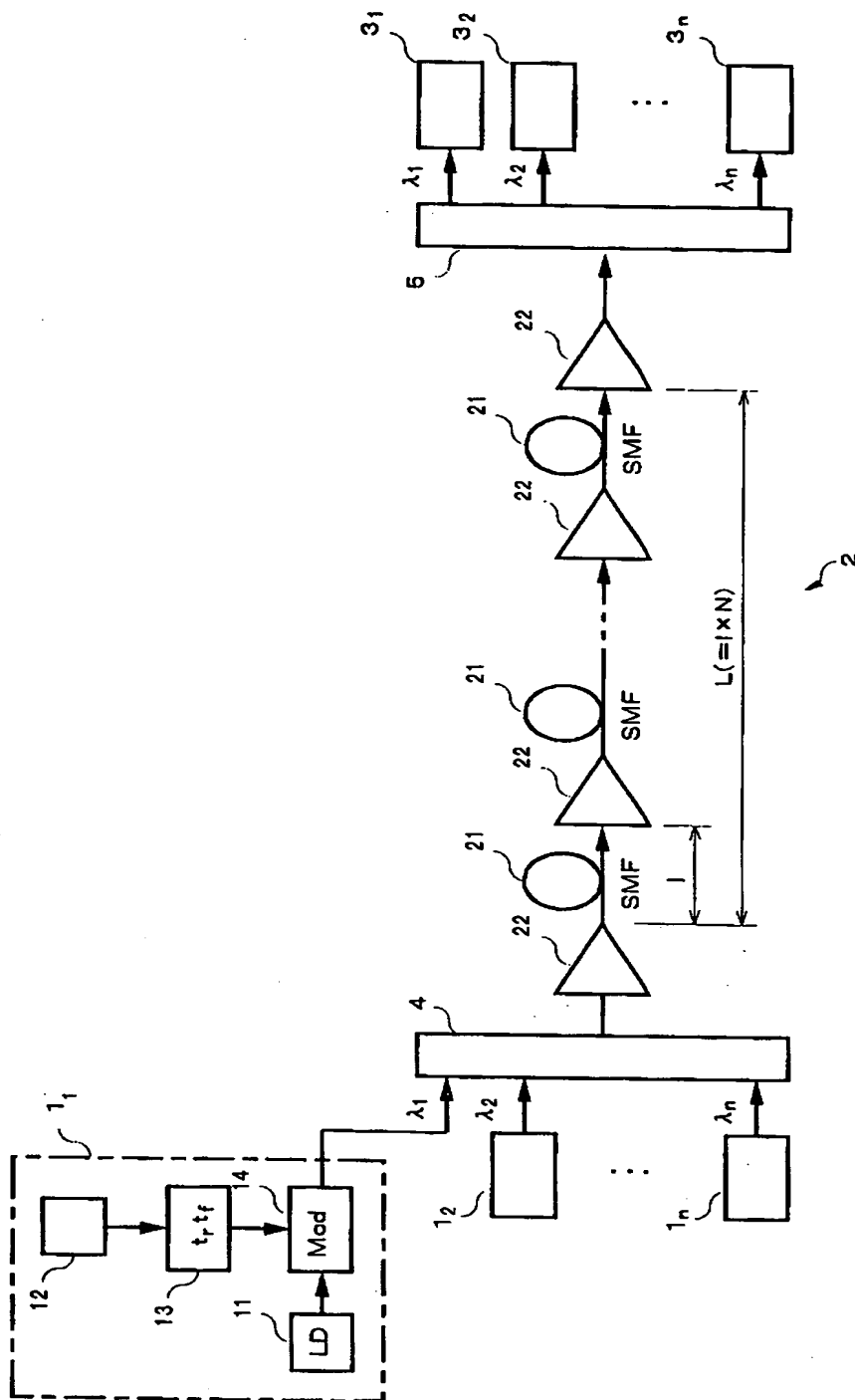




【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響を抑圧するために、送信信号光の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を変えることで各種の光通信システムに柔軟に対応できる光伝送装置を提供する。

【解決手段】 送信部 1 に  $t_r$   $t_f$  調整回路 13 を設け、変調信号発生器 12 で発生した変調信号の立ち上がり時間 ( $t_r$ ) 及び立ち下がり時間 ( $t_f$ ) を調整可能にして受信特性等に応じて最適化する。この変調信号を光変調器 14 に印加して光源 11 から出力される光を変調することで、最適化された  $t_r$ 、 $t_f$  をもつ信号光が、送信部 1 から伝送系 2 を介して受信部 3 に送信される。 $t_r$ 、 $t_f$  を変えた信号光を送信することにより、伝送路の波長分散特性や非線形効果の影響が相殺され、伝送後の信号光の波形劣化が低減されるようになる。

【選択図】 図 1



特平 10-071525

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000005223  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
【氏名又は名称】 富士通株式会社  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100078330  
【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目19番5号 虎ノ門1丁目  
森ビル 笹島内外特許事務所  
【氏名又は名称】 笹島 富二雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社